

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-039915

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl.

G05B 19/416

(21)Application number : 08-194465

(71)Applicant : TOSHIBA MACH CO LTD

(22)Date of filing : 24.07.1996

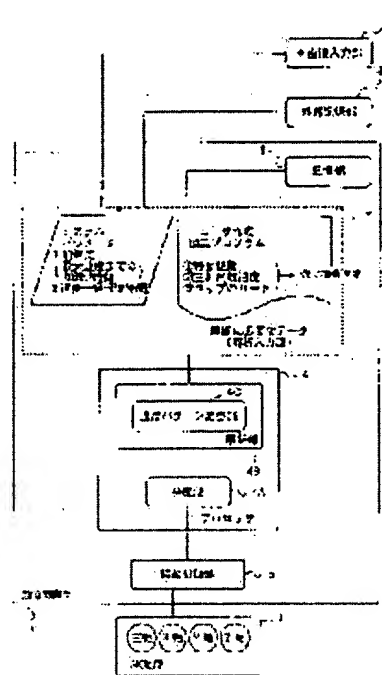
(72)Inventor : SERIZAWA TAKEHIKO  
FUJITA JUN

## (54) NUMERICAL CONTROLLER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a tap opening having satisfactory accuracy and definition without being affected by a set moving command amount and shaft feeding command speed.

**SOLUTION:** Based on a system parameter and a working program set to an analytic input part 7, a minimum moving distance  $L_{min}$  required for satisfying speed fixture guarantee time  $T$  is operated by an analytic part 4B and compared with a set axis moving distance  $L$ . When the axis moving distance  $L$  is shorter than the minimum moving distance  $L_{min}$ , a speed pattern adjusting part 4C deforms a speed pattern in order to secure the axis feeding speed fixture guarantee time  $T$ . When it is necessary to adjust the working program, at a distributing part 4A, a driving command for performing synchronous tap feeding so as to synchronize main axis rotating speed  $N$  with the shaft moving distance  $L$  is found for each shaft by an adjusted speed pattern drawing based on the adjusted working program outputted from the speed pattern adjusting part 4C. A driving control part 5 drives respective servo motors by distributing this driving command to the servo motors of respective axes inside a driving part 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-39915

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

G05B 19/416

G05B 19/407

V

K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平8-194465

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 7 月24日

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 芹 澤 剛 彦

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式  
会社沼津事業所内

(72) 発明者 藤 田 純

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式  
会社沼津事業所内

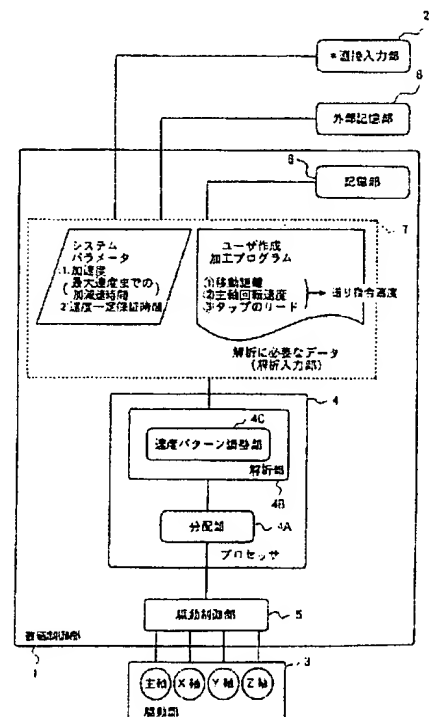
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 数値制御装置

(57) 【要約】

【課題】 設定された移動指令量、軸送り指令速度に左右されることなく、精度及び品位の良好なタップ開口を実現する。

【解決手段】 解析部 4 B は、解析入力部 7 に設定されたシステムパラメータ及び加工プログラムに基づき、速度一定保証時間 T を満たすために必要な最小移動距離 L<sub>min</sub> を演算し、設定された軸移動距離 L と比較する。速度パターン調整部 4 C は、軸移動距離 L が最小移動距離 L<sub>min</sub> より小さければ、軸送り速度一定保証時間 T を確保するために速度パターンを变形する。分配部 4 A では、加工プログラムを調整する必要がある場合は、速度パターン調整部 4 C から出力された調整加工プログラムに基づく調整速度パターン図により、主軸回転速度 N と軸移動距離 L が同期するような同期タップ送りを行うための駆動指令を、各軸について求める。駆動制御部 5 は、この駆動指令を駆動部 3 内の所定軸のサーボモータに分配することにより、各サーボモータを駆動させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】主軸回転と同期した軸送り動作により同期加工を行う数値制御装置において、

軸送りについての移動距離を含む加工命令と、軸送りについての速度一定保証時間を含むシステムパラメータを設定する解析入力手段と、

前記加工命令及び前記システムパラメータに基づき加工のために必要な最小移動距離を求め、前記加工命令中の前記移動距離と比較する解析手段と、

前記解析手段による比較結果に基づき、前記加工命令による軸送り速度パターンを、前記速度一定保証時間以上の一定速度期間を有する軸送り調整速度パターンに変形する速度パターン調整手段と、

前記解析手段による比較結果に基づき、前記速度パターン調整手段による前記軸送り調整速度パターンに従って、駆動指令を求めて出力する分配手段と、

前記分配手段による指令量に基づき、駆動部を制御する駆動制御手段を備えた数値制御装置。

【請求項 2】主軸回転と同期した軸送り動作により同期加工を行う数値制御装置において、

軸送りについての移動距離、主軸回転速度、タップのリードを含む加工命令と、軸送りについての速度一定保証時間、加減速時間又は加速度を含むシステムパラメータを設定する解析入力部と、

前記加工命令中の前記主軸回転速度と前記タップのリードから求められる軸送り指令速度、及び前記システムパラメータ中の前記加減速時間又は加速度によって、前記速度一定保証時間を満たすために必要な最小移動距離を求め、前記解析入力部に設定された前記移動距離と前記最小移動距離とを比較する解析手段と、

前記加工命令による軸送り速度パターンに基づく前記移動距離が、前記最小移動距離より小さい場合、前記速度一定保証時間を確保するように、軸送り調整指令速度を含む調整加工命令を前記加工命令及び前記システムパラメータに基づき演算して、軸送り調整速度パターンを求める速度パターン調製手段を含む解析部と、

前記軸移動距離が前記最小移動距離以上の場合、前記加工命令に基づいて、一方、前記軸移動距離が前記最小移動距離より小さい場合、前記速度パターン調製手段を含む解析部による前記調整速度パターンに基づいて、主軸回転と同期した軸送りを実行する駆動指令を作成し、前記駆動指令を出力する分配部と、

前記分配部による指令量に基づき駆動部を制御する駆動制御部とを備えた数値制御装置。

【請求項 3】前記分配部が出力した前記駆動指令量に基づいて、駆動部内の所定の駆動装置を制御する駆動制御部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の数値制御装置。

【請求項 4】前記解析部の 1 部である算出手段は、加速度  $a$  により軸送り指令速度  $F_c$  まで加速した後、速

度一定保証時間  $T$  の期間を速度  $F_c$  で駆動し、その後加速度  $a$  で減速した前記軸送り速度パターンに基づいて、軸送りの移動量を演算することにより前記最小移動距離を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の数値制御装置。

【請求項 5】前記解析部の 1 部である速度パターン調製手段は、

指定された前記移動距離  $L$  が前記最小移動距離  $L_{min}$  より小さい場合、加速度  $a$  はそのまま、軸送りのための前記速度一定保証時間  $T$  を確保するように、前記軸送り速度パターンを変形して前記軸送り調整速度パターンを求めるものであって、

前記調整指令速度  $F'$  及び前記加減速時間  $t'$  は、次式の関係であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の数値制御装置。

【数 1】

$$F' = \frac{-aT + a\sqrt{T^2 + 4L/a}}{2}$$

$$t' = F' / a$$

【請求項 6】前記分配部は、

前記速度パターン調整手段を含む解析部により算出された軸送り調整指令速度  $F'$ 、加減速時間  $t'$ 、加速度  $a$ 、移動距離  $L$  に基づき、主軸回転と同期した軸送りとなるように演算して、各駆動軸に対応する駆動指令を形成することにより、主軸回転と同期した軸送りを行う前記駆動指令を駆動制御部に出力することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の数値制御装置。

【請求項 7】前記解析入力手段に前記加工命令及び前記システムパラメータを設定するための外部記憶部又は内部記憶部又は直接入力部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、数値制御装置に係るもので、特に、主軸回転と同期した軸送りの自動運転により同期加工を行う数値制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 10 に、同期タップ送りのための数値制御工作機械の構成図を示す。図 10 (a) は側面図、図 10 (b) は正面図である。図 10 において、主軸モータ 12 により主軸が駆動され、工具 13 が回転される。Z 軸モータ 11 により、工具 13 を Z 軸方向にタップ送り動作を行わせる。ワーク 14 には、このタップ送り動作により、タップが切り込まれる。テーブル 15 は、X 軸及び Y 軸モータ 16 及び 17 により、水平方向に適宜移動される。数値制御工作機械には、数値制御装置が設けられており、このような工作動作を制御する。

【0003】自動運転で、主軸回転と同期した軸送りである同期タップ送りを行う場合、主軸回転速度 $N$ 、軸送り指令速度 $F_c$ 、移動距離 $L$ 、加減速時間 $t_a$ を指定して、移動距離 $L$ を基準にした軸送りのための速度指令パターンを決定する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図11に、直線型に加減速される軸送り速度パターン図を示す。主軸モータ12により主軸が駆動されると、Z軸モータ11により工具13は回転しながらZ軸の方向に送られる。図11は、その際の時間 $t$ に対する、工具13のZ軸方向の軸送り速度 $F$ を示したものである。

【0005】図11の③は、正常な場合の軸送り速度パターンの一例である。この場合は、十分な期間一定速度（軸送り指令速度 $F_c$ ）で軸移動されている。

【0006】従来技術では、速度指令パターンの設定条件によっては、正常なタップ送りが実現できない場合がある。例えば、図11の①には、軸送り指令速度 $F_c$ 、加速度 $a$ に対して移動距離 $L$ が短かく、指令された速度 $F_c$ まで加速せずに減速した場合を示す。また図11の②では、軸送り指令速度 $F_c$ まで加速されたものの、軸送り指令速度 $F_c$ の一定速度で軸移動する時間が短い場合を示す。

【0007】これら図11の①及び②の場合は、加速度の変化量が大きくなり、軸送り速度と主軸回転速度との同期誤差が大きくなる為、タップ加工の精度及び品位が落ちる。すなわち、タップ加工の精度及び品位は、指令される速度と指令される軸移動量によって劣化する場合がある。

【0008】本発明は、設定される軸送り指令速度 $F_c$ や移動距離 $L$ に影響されにくい、高精度及び高品位なタップ加工を実現することを目的とする。すなわち、図11の①のように、軸送り指令速度 $F_c$ に対して移動距離 $L$ が短かいため、軸送り指令速度 $F_c$ まで加速せずに減速してしまうような設定、又は、図11の②のように、軸送り指令速度 $F_c$ にて軸移動する時間が短いような設定においても、十分に定速移動時間を確保し、同期誤差を抑え、タップ加工の精度及び品位を高くすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために、設定するシステムパラメータとして、同期タップ送り（主軸回転と同期した軸送り）をする際、加速度 $a$ 、（加減速時間 $t_a$ ）以外に、軸送り速度を一定に保つ「送り速度一定保証時間 $T$ 」という要素を加える。そして、本発明は、加速度 $a$ 、移動距離 $L$ はそのまま、「送り速度一定保証時間 $T$ 」を満たすように、送り速度指令パターンを変更することにより、軸送り中の同期誤差を抑えるものである。

【0010】本発明の第1の解決手段によると、主軸回

転と同期した軸送り動作により同期加工を行う数値制御装置において、軸送りについての移動距離を含む加工命令と、軸送りについての速度一定保証時間を含むシステムパラメータを設定する解析入力手段と、前記加工命令及び前記システムパラメータに基づき加工のために必要な最小移動距離を求め、前記加工命令中の前記移動距離と比較する解析手段と、前記解析手段による比較結果に基づき、前記加工命令による軸送り速度パターンを、前記速度一定保証時間以上の一定速度期間を有する軸送り調整速度パターンに変形する速度パターン調整手段と、前記解析手段による比較結果に基づき、前記速度パターン調整手段による前記軸送り調整速度パターンに従って、駆動指令を求めて出力する分配手段と、前記分配手段による指令量に基づき駆動部を制御する駆動制御手段を備えた数値制御装置を提供するものである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係る同期タップ送りのための数値制御工作機械の構成は、図10に示したものと同様である。すなわち、図10において、主軸モータ12により主軸が駆動される。さらに、Z軸モータ11が駆動され、工具13は、回転しながらZ軸方向にタップ送り動作が行われる。ワーク14には、このタップ送り動作により、タップが切り込まれる。その際、主軸回転と軸送りは、所定のタップ切込みを行うように同期している。テーブル15は、X軸及びY軸モータ16及び17により、水平方向に適宜位置設定するように移動される。数値制御工作機械には、数値制御装置が設けられており、このような工作動作を制御する。

【0012】つぎに、図1に、本発明に係る数値制御装置の構成図を示す。数値制御装置は、数値制御部1、直接入力部2、外部記憶部8を含み、駆動部3を駆動制御して加工を実行する。数値制御部1は、全体を制御するプロセッサ4、駆動制御部5、記憶部6及び解析入力部7を含む。

【0013】プロセッサ4は、全体を制御する機能部に加えて、さらに、分配部4A、解析部4B、解析部の1部である速度パターン調整部4Cを含む。

【0014】解析入力部7には、解析に必要な軸移動についての加工プログラム（加工命令）とシステムパラメータとが設定される。システムパラメータとしては、例えば、加速度 $a$ （又は、最大速度までの加減速時間 $t_a$ ）、速度一定保証時間 $T$ が含まれる。また、加工プログラムとしては、例えば、移動距離 $L$ 、主軸回転速度 $N$ （rpm）、タップのリード $B$ （mm/rev）等が含まれる。ここで軸送り指令速度 $F_c$ は、以下の式から求められる。

$$F_c (\text{mm/min}) = N (\text{rpm}) \times B (\text{mm/rev})$$

また、解析に必要な軸移動についての加工命令とシステムパラメータは、直接入力部2による直接入力データを

利用するか、記憶部6又は外部記憶部8に記憶されているものを利用する（どこにあるデータを利用するかは、構成するシステム、数値制御装置の動作モード等に依存する）。

【0015】解析部4Bは、上述の式により、加工命令から軸送り指令速度 $F_c$ を求める。さらに加工命令とシステムパラメータから加工命令による軸送り指令速度で速度一定保証時間 $T$ を満たすのに必要な最小移動距離 $L_{min}$ を算出する。

【0016】また、解析部4Bは、速度パターン調整部4Cを有し、速度パターンを変形するための計算（解析）を行う。まず、最小移動距離 $L_{min}$ と加工命令の移動距離 $L$ と比較する。そして、移動距離 $L < \text{最小移動距離 } L_{min}$  ならば、速度パターンを変形し、一方、移動距離 $L \geq \text{最小移動距離 } L_{min}$  ならば速度パターンを変形せずそのままにする。

【0017】定時処理を行う分配部4Aでは、解析結果から、主軸と各軸のサンプリング毎（時々刻々）の駆動指令（位置指令）を算出し、サンプリング毎（時々刻々）の駆動指令を出力する。

【0018】例えば、主軸回転速度 $N$ については、設定された条件で十分同期タップ送りを行える場合は、その加工プログラムで設定された値とされる。一方、速度パターン調整部4Cにより変形された調整速度パターンにより同期タップ送りを行う場合は、調整指令速度 $F'$ 等の各調整加工プログラムと同期するように、主軸回転速度が適宜求められ、同期タップ送りが制御されることにより、所望のピッチ、深さ等の同期加工が実行される。

【0019】このようなプロセッサ4の処理により、速度一定保証時間 $T$ を確保するように、軸送り速度パターンが調整される。

【0020】駆動制御部5は、プロセッサ4の分配部4Aから与えられるサンプリング毎（時々刻々）の駆動指令を受けて、それに応じて各軸のモータを時々刻々制御する。

【0021】記憶部6、外部記憶部8は、ユーザー作成加工プログラム、各種データ等を記憶する。

【0022】直接入力部2は、加工プログラム、システムパラメータ、各種データ等のためのシステムパラメータ及び加工プログラムを数値制御装置1に入力する。

【0023】なお、加工プログラム（加工命令）は、所望の工作動作に従ってユーザーが作成して、数値制御装置に記憶・入力するものである。

【0024】また、駆動部3は、図10のような数値制御工作機械に備えられ、例えば、X軸、Y軸、Z軸及び主軸について、移動・回転等を行うサーボモータを含む。駆動部3は、駆動制御部5から入力された指令に従って、各サーボモータを駆動する。サーボモータ駆動による軸移動、回転等の動作で、加工が行われる。

【0025】図2に、本発明に係る、軸送りの速度パ

ーンと調整速度パターンに関する説明図を示す。図2は、時間 $t$ （横軸）に対する、工具13のZ軸方向の軸送り速度 $F$ （縦軸）を示したもので、直線型に加減速される速度パターンの一例である。したがって、図2の①及び②は、それぞれ、各線で囲まれた領域の面積が、工具13の移動距離 $L$ となる。

【0026】図2の①では、加速度 $a$ 又は加減速時間 $t_a$ により、軸送り指令速度 $F_c$ まで加速されたものである。この際、軸送り指令速度 $F_c$ での速度一定時間は、 $t_1$ である。工具13の移動距離は、①の線で囲まれた面積の大きさとなる。

【0027】一方、図2の②では、加速度 $a$ で軸送り指令速度 $F_c$ 以下の所定速度まで加速されたものであり、速度一定保証時間 $T$ が確保されている。そのため、この間、一定速度でタップ送りがなされ、所望の加工が実行される。

【0028】したがって、本発明は、例えば、加工プログラムとして図2の①のような速度パターンが設定された場合に、図2の②のような調整速度パターンに変形することにより、速度一定保証時間 $T$ を確保するものである。

【0029】以下に本発明における速度パターン図の変形のための作成処理動作を説明する。

【0030】図3に、本発明による速度パターン調整のための処理動作のフローチャートを示す。処理動作は、主に2つのフローチャートに分けられ、図3(a)に解析処理動作、また、図3(b)に定時処理動作を示す。

【0031】本発明の数値制御装置において、図3(a)に示す解析処理動作を説明する。まず、直接入力部2、外部記憶部8又は記憶部6等により、軸移動距離 $L$ 、主軸回転速度 $N$ 、タップのリード $B$ 等の加工プログラム（加工命令）が入力されて解析入力部7に設定される（S02）。ここで、例えば、軸送り指令速度 $F_c$ は、主軸回転速度 $N$ とタップのリード $B$ の積により設定することができる。また、同様に、システムパラメータである速度一定保証時間 $T$ 、加速度 $a$ 又は加減速時間 $t_a$ を解析入力部1に設定する（S02）。ただし、これらシステムパラメータは、予め設定されている場合は、省略することもできる。ここで、解析部4Bは、設定入力された加工プログラム及びシステムパラメータに基づき、軸送り指令速度 $F_c$ を求め、さらに速度一定保証時間 $T$ を満たすために必要な移動距離、即ち最小移動距離 $L_{min}$ を演算して求める（S03）。最小移動距離 $L_{min}$ は、例えば、加速度 $a$ により軸送り指令速度 $F_c$ まで加速し、速度一定保証時間 $T$ の間を速度 $F_c$ で駆動し、その後加速度 $a$ で減速したパターンを想定して、その面積を演算することにより求めることができる。

【0032】解析部4Bは、設定された軸移動距離 $L$ と、演算して求められた最小移動距離 $L_{min}$ とを比較して、軸送り指令速度 $F_c$ により軸送り速度一定保証時間

Tを確保できるか否か判定する(S04)。ここで、軸移動距離Lが最小移動距離Lmin以上であれば、軸送り速度一定保証時間Tが確保されたと判断し、通常のようなユーザー作成加工プログラムにより分配部4Aを介して駆動制御部5に駆動指令データが出力される。一方、軸移動距離Lが最小移動距離Lminより小さければ、軸送り速度一定保証時間Tを確保するために速度パターンを変形する必要があると判断し、速度パターン調整部4Cにより、軸送り速度パターンが変形される(S05)。速度パターン調整部4Cでは、記憶された加工プログラムに基づいて、調整加工プログラムが求められ、この調整加工プログラムによる軸送りの調整速度パターン図に従い同期タップ送りが調整される。調整加工プログラムの具体的な演算に関しては、後述する。

【0033】分配部4Aでは、ステップS04により軸送り保証時間Tが確保されていると判断されたときは、解析入力部7に記憶された加工プログラムに基づく軸送り速度パターンにより、各軸に対する駆動指令を形成する。一方、ステップS05を経た場合、即ち、ユーザー作成加工プログラムを調整する必要がある場合は、速度パターン調整部4Cから出力された軸送り調整指令速度F'、送り速度一定保証時間T、移動距離L等の調整加工プログラムに基づく軸送り調整速度パターンにより、駆動指令を求める。その際、主軸回転等についても調整して主軸回転速度Nと軸送り速度Fcとが同期するような同期タップ送りを行うことにより、所望のピッチ、深さ等のタップ切込みの同期加工を実行するように駆動指令が求められる。

【0034】以上のようにして、解析が完了され、所望の駆動指令が解析完了データとして、数値制御部1の所定の領域に記憶される。

【0035】次に、図3(b)に示すように定時処理動作を説明する。このような解析処理動作で計算された駆動指令(位置指令)は、各軸について求められ、分配部4Aを介して駆動制御部5に出力される(S06)。

【0036】駆動制御部5は、この駆動指令を駆動部3内の所定軸のサーボモータに分配することにより、各サーボモータを駆動させて加工動作を実行する(S07)。

【0037】つぎに、解析部4B及び速度パターン調整部4Cによる同期タップ送りの速度パターン調整のための詳細な動作を説明する。

【0038】図4に、直線型に加減速される軸送り速度パターンの解析説明図を示す。最小移動距離Lminは、正規の指令速度Fcにより送り速度一定保証時間Tを実現するための距離である。ここで、加工プログラム及びシステムパラメータとして、加減速時間ta、軸送り指令速度Fc及び加減速の際の加速度aが設定された場合を想定する。ユーザー作成加工プログラムによると、軸送り速度パターンは、図4中実線で囲まれた部分とな

る。そして、システムパラメータとして設定された送り速度一定保証時間Tを確保するという条件を満たすために必要な最小移動距離Lminは、図中の波線で囲まれた部分の面積であり、次式で表される。

【0039】

【数2】

$$L_{\min} = Fc(ta + T)$$

$$= Fc \left( \frac{Fc}{a} + T \right)$$

解析部4Bでは、このような式により最小移動距離Lminを計算する。

【0040】また、図5に、直線型に加減速される軸送り速度パターンの変更説明図を示す。

【0041】指令された移動距離Lが最小移動距離Lminより小さい場合、加速度aはそのまま、送り速度一定保証時間Tを実現するように、破線で囲まれた軸送り速度パターンを変形する。すなわち、図中実線で囲まれたような軸送り調整速度パターンに変形する際、調整指令速度F'は、加減速時間をt'とすると、次式で求められる。

【0042】

【数3】

$$L = F' \left( \frac{F'}{a} + T \right)$$

$$F'^2 + aTF' - aL = 0$$

$$F' = \frac{-aT + a\sqrt{T^2 + 4L/a}}{2} \quad (F' > 0 \text{より})$$

また、速度パターン図を変形した時の加減速時間t'は次式で求められる。

$$t' = F' / a$$

速度パターン調整部4Cは、このような式により、軸送りの調整指令速度F'、加減速時間t'（あるいは加速度a）等を含む調整加工プログラムを計算する。これらの調整加工プログラムにより速度パターンが変形され、各軸に分配制御する処理することにより同期タップ送り（主軸回転と同期した軸送り）を行う。

【0043】主軸回転数は、タップの軸送り量に応じて適宜同期して制御され、所望のピッチ等のタップ切込み加工が行われる。

【0044】以下に、速度パターンと同期誤差との関連について、本発明の実施の形態と従来例とを比較して説明する。

【0045】図6に従来の軸送り中の第1の速度パター

ン図及び同期誤差波形図を示す。図 6 (a) では、加速度  $a$  で軸送り速度指令  $F_c$  より遅い所定速度まで加速され、直ちに減速された場合である。この場合、図 6

(b) に示すように、軸送り速度が加速状態から減速状態へ変化した直後に、同期誤差  $E$  が大きく発生する。したがって、同期誤差  $\pm E_{th}$  を加工誤差許容レベルとすると、このとき、タップ加工不良状態となる。

【0046】図 7 に本発明による軸送り中の第 1 の調整速度パターン図及び同期誤差波形図を示す。この図 7

(a) では、図 6 (a) のような速度パターンを軸送り調整指令速度  $F'$  まで加速し、この速度で一定時間保持し、減速するように変形した場合である。この場合、図 7 (b) で示すように、軸送り速度  $F$  が、調整指令速度  $F'$  に達した直後、及び、調整指令速度  $F'$  から減速された直後に、同期誤差  $E$  が発生する。しかしながら、調整後は、長いフラットなパターンを形成したため急激な加減速が行われないので、同期誤差  $E$  は比較的小さいレベルとなる。したがって、同期誤差  $\pm E_{th}$  を加工誤差許容レベルとすると、同期誤差  $E$  は、それ以内となり、タップ加工不良状態とならない。また、送り速度一定保証時間  $T$  が確保されているため、タップ加工を適正に行うことができる。

【0047】つぎに、図 8 に、従来の軸送り中の第 2 の速度パターン図及び同期誤差波形図を示す。図 8 (a) では、加速度  $a$  で軸送り速度指令  $F_c$  まで加速され、わずかな期間保持された後に減速された場合である。この場合、図 6 (b) に示すように、軸送り速度  $F$  が、軸送り指令速度  $F_c$  に達した直後、及び、軸送り指令速度  $F_c$  が減速された直後に、同期誤差  $E$  が大きくなる。さらに、軸送り指令速度  $F_c$  で一定速度で動作された期間が短いため、これら両方の同期誤差の波形は、連続的となり、後者の波形が一層大きくなる傾向がある。したがって、加工誤差許容レベルを超え、タップ加工不良状態となる。

【0048】図 9 に、本発明による軸送り中の第 2 の調整速度パターン図及び同期誤差波形図を示す。図 9

(a) では、図 8 (a) のような速度パターンを、軸送り調整指令速度  $F'$  まで加速し、この速度で一定時間保持し、減速するように変形した場合である。この場合、図 9 (b) で示すように、図 7 (b) と同様に、軸送り速度  $F$  が、調整指令速度  $F'$  に達した直後、及び、調整指令速度  $F'$  から減速された直後に、同期誤差  $E$  が発生する。しかしながら、フラットなパターンを形成したため急激な加減速が行われないので、同期誤差  $E$  は比較的小さいレベルとなる。したがって、同期誤差  $\pm E_{th}$  を加工誤差許容レベルとすると、同期誤差  $E$  は、それ以内となり、タップ加工不良状態とならない。また、送り速度一定保証時間  $T$  が確保されているため、タップ加工を適正に行うことができる。

【0049】なお、図 6 及び図 9 に示すようにパターン

を変形した場合においても、非常に精密な加工等が要求され、加工誤差許容レベルが同期誤差  $E_{th}$  より小さいとき、その許容レベルを超えてしまう場合がある。しかしながら、このような場合でも、本発明では、送り速度一定保証時間  $T$  が十分長く確保されているので、その間適切にタップ加工をすることができる。

【0050】以上の実施の形態では説明を簡単にする為、直線型加減速の軸送りを例にしたが、他の様々なタイプの加減速についても同様に、本発明を適用することができる。その際も、解析部 4 B により、最小移動距離  $L_{min}$  を積分等により求め、速度パターン調整部 4 C により、適宜、速度一定保証時間を確保すれば良い。

【0051】

【発明の効果】図 6 と図 7 及び図 8 と図 9 をそれぞれ比べると、システムパラメータとして「送り速度一定保証時間  $T$ 」という要素を追加することで、軸送り中の同期誤差ピーク値が抑えられていることがわかる。

【0052】本発明によると、このような構成により、設定された移動量、軸送り指令速度等のユーザー作成加工プログラムに左右されることなく、精度及び品位の良好なタップ加工等の同期加工を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る数値制御装置の構成図。

【図 2】軸送りの速度パターンと調整速度パターンに関する説明図。

【図 3】本発明に係る速度パターン調整のための処理動作フローチャート。

【図 4】直線型に加減速される軸送り速度パターンの解析説明図。

【図 5】直線型に加減速される軸送り速度パターンの変更説明図。

【図 6】従来の軸送り中の第 1 の速度パターン図及び同期誤差波形図。

【図 7】本発明による軸送り中の第 1 の調整速度パターン図及び同期誤差波形図。

【図 8】従来の軸送り中の第 2 の速度パターン図及び同期誤差波形図。

【図 9】本発明による軸送り中の第 2 の調整速度パターン図及び同期誤差波形図。

【図 10】同期タップ送りのための数値制御工作機械の構成図。

【図 11】従来の直線型に加速減される軸送り速度パターン図。

【符号の説明】

1 数値制御部

4 プロセッサ

4 A 分配部

4 B 解析部

4 C 速度パターン調整部

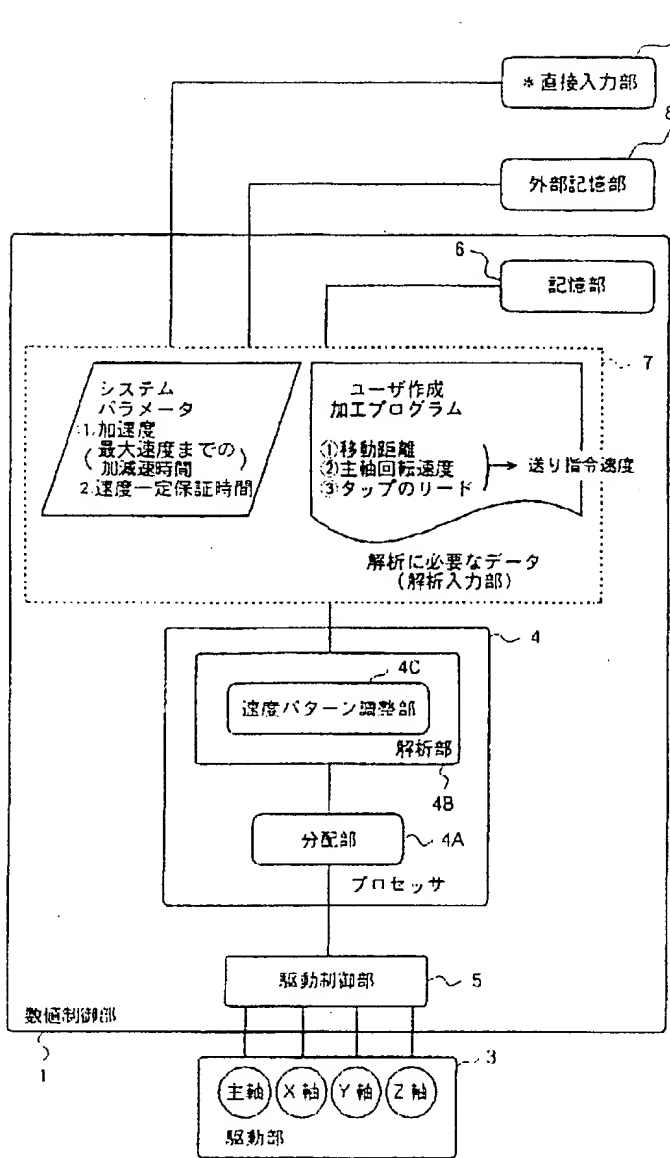
5 駆動制御部



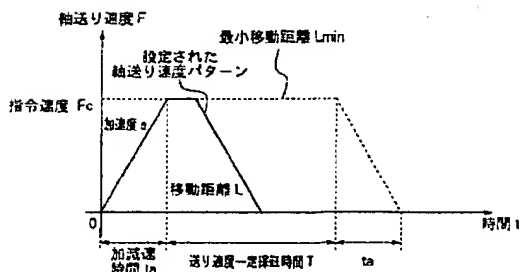
6 記憶部  
7 解析入力部

8 外部記憶部

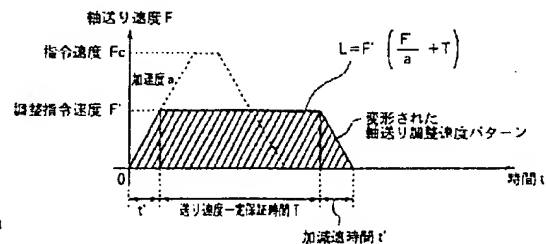
【図1】



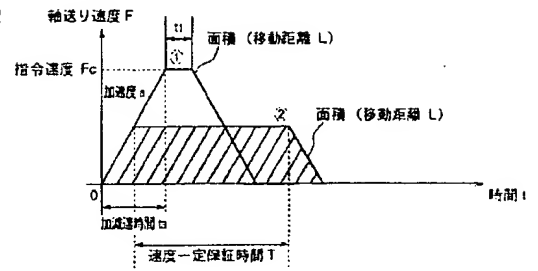
【図4】



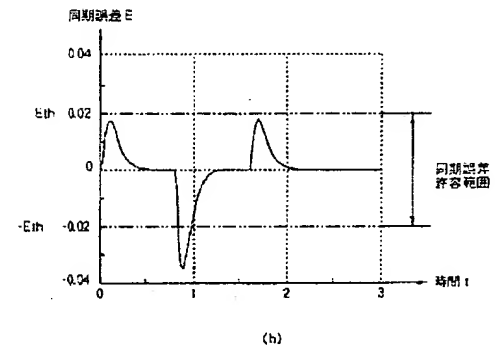
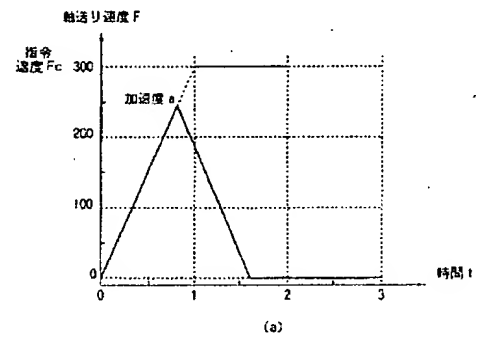
【図5】



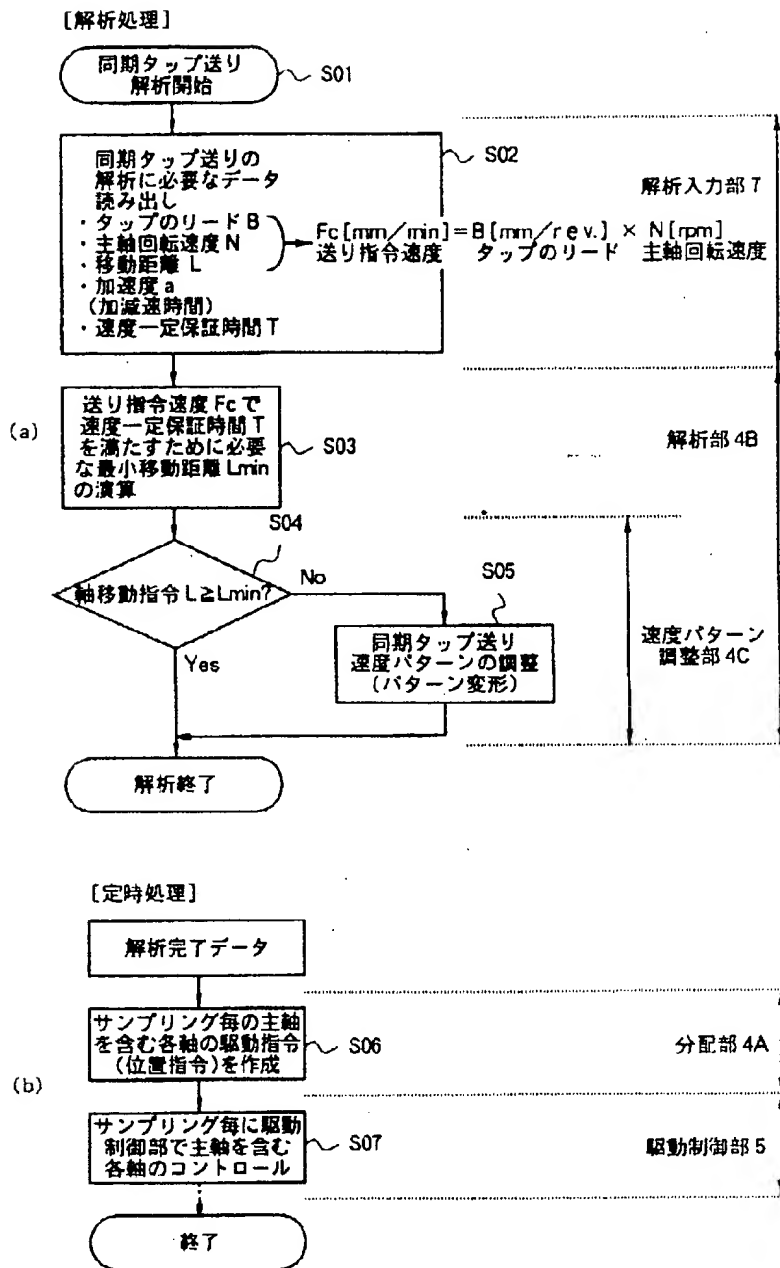
【図2】



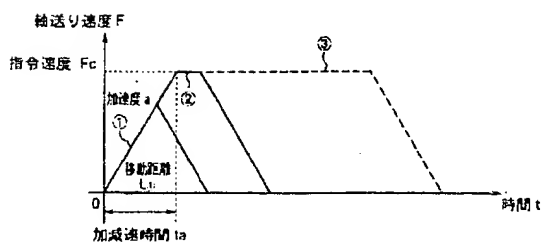
【図6】



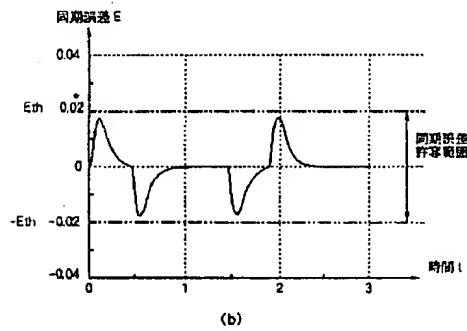
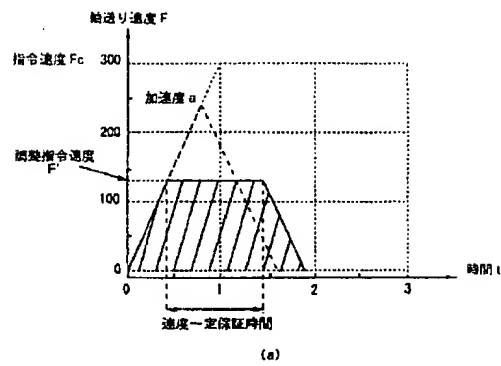
【図 3】



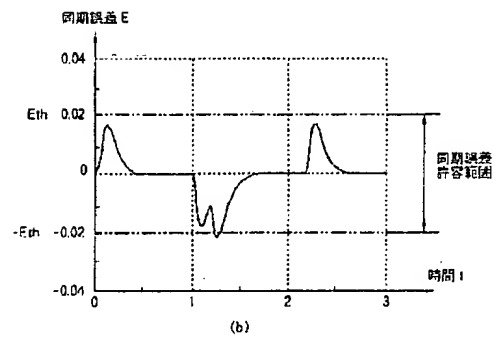
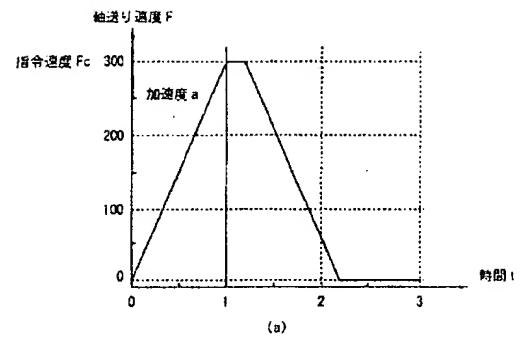
【図 11】



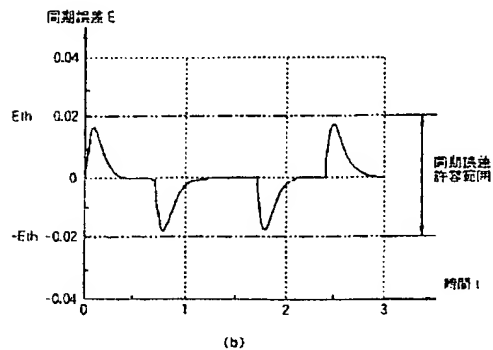
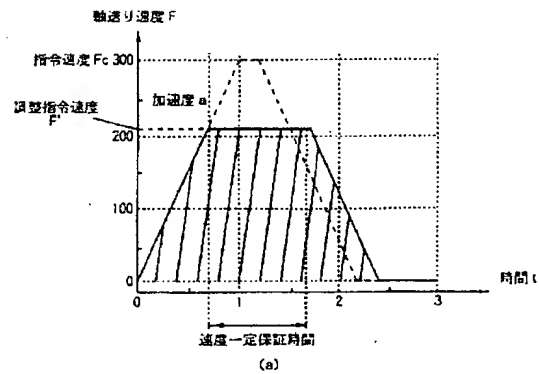
【 図 7 】



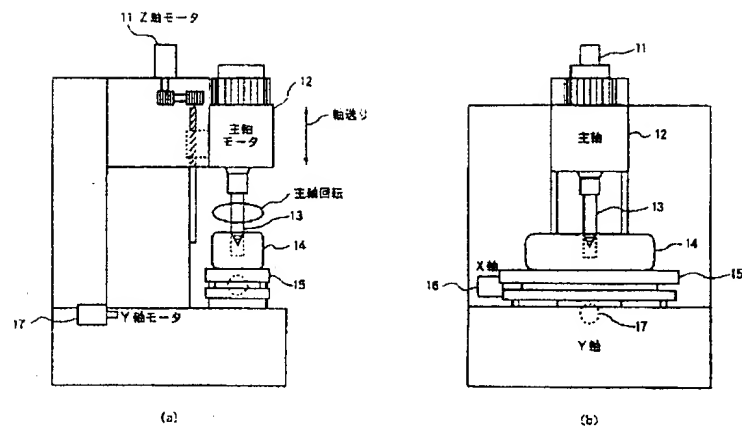
【 図 8 】



【 図 9 】



【図 10】



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02691

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G05B19/02, 19/416  
G05D13/62

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G05B19/02-19/05

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1998	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-039915, A (TOSHIBA MACHINE CO., LTD.), 13 February, 1998 (13.02.98), page 4, right column, lines 4 to 6, Fig.2 (Family: none)	1-4
Y	JP, 07-064620, A (Mitsubishi Electric Corporation), 10 March, 1995 (10.03.95), Fig. 22 (Family: none)	1-4
A	JP, 10-039913, A (Osaka Kiko Co. Ltd.), 13 February, 1998 (13.02.98) (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 June, 2000 (16.06.00)Date of mailing of the international search report  
27 June, 2000 (27.06.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.